

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 11016887  
PUBLICATION DATE : 22-01-99

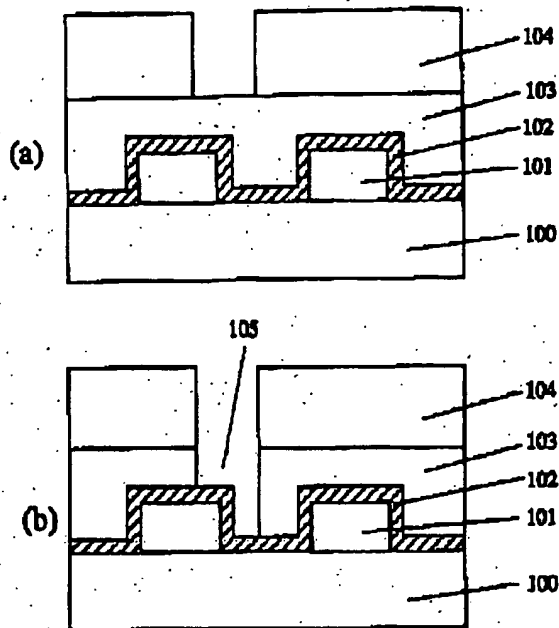
APPLICATION DATE : 23-06-97  
APPLICATION NUMBER : 09165620

APPLICANT : HITACHI LTD;

INVENTOR : MITANI KATSUHIKO;

INT.CL. : H01L 21/3065

TITLE : ETCHING METHOD



**ABSTRACT :** PROBLEM TO BE SOLVED: To raise selectivity of an underlying silicon nitride film without using highly poisonous process gas by etching a silicon oxide film by adding silicon hydride gas to fluorocarbon gas and stopping etching in an area near a surface of a silicon nitride film immediately below a silicon oxide film.

**SOLUTION:** A sample wherein a resist mask 104 is formed on a silicon nitride film 102 wherein a gate 101 on a semiconductor board 100 is laminated and buried and a BPSG film 103 is loaded on a load lock type magnetic field microwave etching device. Then, a BPSG film 103 exposed from an opening part of the resist mask 104 is etched and removed by  $C_4F_8$  and  $SiH_4$  gas plasma etching technique and a contact hole 105 attaining a surface of the silicon nitride film 102 is formed. In the method, etching velocity of the silicon nitride film 102 is as small as 1/10 to 1/50 of that of the BPSG film 103 and it can be a good etching stopper layer.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-16887

(43) 公開日 平成11年(1999) 1月22日

(51) Int. Cl.

識別記号

F I

H 0 1 L 21/3065

H 0 1 L 21/302

F

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 4 頁)

(21) 出願番号 特願平9-165620

(22) 出願日 平成9年(1997) 6月23日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 三谷 克彦

山口県下松市大字東豊井794番地 株式会

社日立製作所笠戸工場内

(74) 代理人 弁理士 小川 勝男

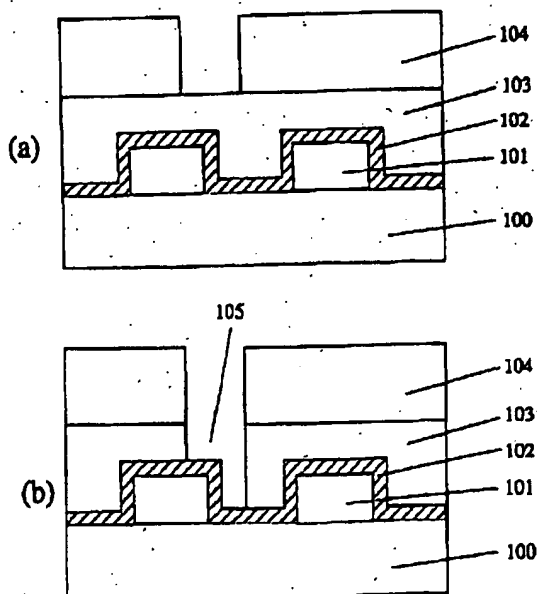
(54) 【発明の名称】 エッチング方法

(57) 【要約】

【解決手段】半導体基板100上のゲート101を積層、埋め込みした窒化ケイ素膜102及びBPSG膜103上にレジストマスク104を形成した試料に対し、C4F8及びCH3OHガス系のプラズマエッチング技術によりレジストマスク104の開孔部から露出したBPSG膜103をエッチング除去して窒化ケイ素膜102表面にまで至るコンタクト孔105を形成する。

【効果】本発明により、酸化ケイ素膜をエッチングするときに、COガスのように毒性の高いプロセスガスを用いることなく、下地にある窒化ケイ素膜をエッチング・ストッパー層とした自己整合的なコンタクト孔の形成プロセス等を量産に適用できる。

図 1



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】半導体基板上に形成したレジストマスク開口部から露出した酸化ケイ素膜をエッチングする工程が、フルオロカーボン系ガスと水素化ケイ素ガスを含むガスをを用いてプラズマエッチングを行う工程を含むことを特徴とするエッチング方法。

【請求項2】半導体基板上に形成したレジストマスク開口部から露出した酸化ケイ素膜をエッチングし該酸化ケイ素膜の直下にエッチング停止層によりエッチングを停止する工程が、フルオロカーボン系ガスと水素化ケイ素ガスを含むガスをを用いてプラズマエッチングを行う工程を含むことを特徴とするエッチング方法。

【請求項3】半導体基板上に形成したレジストマスク開口部から露出した酸化ケイ素膜をエッチングし該酸化ケイ素膜の直下にある窒化ケイ素膜によりエッチングを停止する工程が、フルオロカーボン系ガスと水素化ケイ素ガスを含むガスをを用いてプラズマエッチングを行う工程を含むことを特徴とするエッチング方法。

【請求項4】半導体基板上に形成したレジストマスク開口部から露出した酸化ケイ素膜をエッチングする工程が、フルオロカーボン系ガス、水素化ケイ素ガス及び、希ガスを含むガスをを用いてプラズマエッチングを行う工程を含むことを特徴とするエッチング方法。

【請求項5】半導体基板上に形成したレジストマスク開口部から露出した酸化ケイ素膜をエッチングし該酸化ケイ素膜の直下にあるエッチング停止層によりエッチングを停止する工程が、フルオロカーボン系ガス、水素化ケイ素ガス及び、希ガスを含むガスをを用いてプラズマエッチングを行う工程を含むことを特徴とするエッチング方法。

【請求項6】半導体基板上に形成したレジストマスク開口部から露出した酸化ケイ素膜をエッチングし該酸化ケイ素膜の直下にある窒化ケイ素膜によりエッチングを停止する工程が、フルオロカーボン系ガス、水素化ケイ素ガス及び、希ガスを含むガスをを用いてプラズマエッチングを行う工程を含むことを特徴とするエッチング方法。

【請求項7】前記水素化ケイ素ガスとフルオロカーボン系ガスの流量比が0.005～0.1の範囲にあることを特徴とする請求項1及び請求項4記載のエッチング方法。

【請求項8】前記フルオロカーボン系ガスが $CF_4$ 、 $C_2F_6$ 、 $C_3F_8$ 、 $C_4F_8$ の少なくとも一つ以上からなり、水素化ケイ素ガスが $SiH_4$ 、 $Si_2H_6$ の少なくとも一つ以上からなることを特徴とする請求項1乃至請求項3記載のエッチング方法。

【請求項9】前記希ガスが $He$ 、 $Ne$ 、 $Ar$ 、 $Kr$ 、及び $Xe$ ガスの少なくとも一つ以上からなることを特徴とする請求項4乃至請求項6記載のエッチング方法。

【請求項10】前記酸化ケイ素膜が $BPSG$ 、 $PSG$ 、 $SiO_2$ 膜の何れかを含んでおり、前記窒化ケイ素膜が

$Si_3N_4$ 膜であることを特徴とする請求項3及び請求項6記載のエッチング方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体基板上の酸化ケイ素膜のエッチング方法に係り、特に酸化ケイ素膜の直下にある酸化ケイ素膜に対して高い選択比を要求されるエッチング方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】LSIに用いられる酸化ケイ素系材料のエッチング工程では、微細で且つ高いアスペクト比を有するコンタクトホール形成が可能であること及び、該酸化ケイ素系材料の直下にある下地材料（窒化ケイ素、 $Si$ 等）との高い選択比を有することが要求されている。酸化ケイ素系材料のエッチングにはフルオロカーボン系ガスが主に用いられている。該酸化ケイ素系材料と下地材料との選択性は、プラズマ解離成分によるエッチング反応と堆積反応等の競合により決まる。大雑把にはプラズマ中の $C/F$ 比が高いほど、下地材料との選択比が高くなる傾向が確認されているが、フルオロカーボン系ガスのみでは充分な選択比が得られていない。選択比の向上を図る手段として、例えば特開平5-94974号公報に記載されているように、主エッチングガスであるフルオロカーボン系ガスの他に $CO$ 添加する技術が検討されている。添加した $CO$ は解離により $C$ 成分を供給すると共に $COFx$ の形で $F$ を低減し、エッチング雰囲気中の $C/F$ 比を上げると考えられている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】上述した従来例では、 $CO$ を添加ガスとして用いているが、 $CO$ ガスは人体には極めて猛毒であり、半導体の量産工場における使用は安全上好ましくない。

【0004】本発明の目的は、酸化ケイ素膜をエッチングするときに、毒性の高いプロセスガスをを用いることなく、下地の窒化ケイ素膜との選択比が大きいエッチング方法を提供することにある。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】上記目的は、フルオロカーボン系ガスに水素化ケイ素ガスを添加して酸化ケイ素膜をエッチングし該酸化ケイ素膜の直下にある窒化ケイ素膜の表面近傍でエッチングを停止する工程を含ませることにより、達成される。

【0006】本発明では、フルオロカーボン系ガスの他に水素化ケイ素ガス、例えば $SiH_4$ を添加しているのでエッチング雰囲気中に $Si$ 、 $SiH_x$ 、及び $H$ が解離し、フルオロカーボン系ガスから解離した $F$ と反応し $SiF_4$ 、 $SiH_xF_y$ 及び $HF$ の形で $F$ をスカベンジする。その結果、実効的には上述した従来例の $CO$ ガス添加と同様に $C/F$ 比が高まり、窒化ケイ素膜に対する選択比を大幅に上げることができる。本発明で用いる水素

化ケイ素ガスはCOガスに比べ毒性は小さく、半導体の成膜工程の原料ガスとしてよく用いられている。

【0007】

【発明の実施の形態】

【実施例1】本発明の一実施例を図1の工程図を用いて説明する。

【0008】図1において、半導体基板100上のゲート101を積層、埋め込みした窒化ケイ素膜102及びBPSG膜103上にレジストマスク104を形成した試料(図1(a))をエッチング装置に投入した。エッチング装置はロードロック式有磁場マイクロ波エッチング装置を用いた。

【0009】次に、C4F8及びSiH4ガス系のプラズマエッチング技術によりレジストマスク104の開孔部から露出したBPSG膜103をエッチング除去して窒化ケイ素膜102表面にまで至るコンタクト孔105を形成した(図1(b))。主なエッチング条件は、ガス流量C4F8:100sccm, SiH4:2sccm, 全ガス圧3Pa, 基板温度-10℃である。

【0010】本一実施例ではC4F8とSiH4を用いることにより、窒化ケイ素膜102のエッチング速度がBPSG膜103のエッチングに比べて1/10~1/50と小さくできる。その結果、窒化ケイ素膜102の膜厚が薄くても良好なエッチング・ストッパー層となる。

【0011】本一実施例では、SiH4のC4F8に対するガス流量比が0.02となるように添加しているが、C4F8から解離する過剰なFをスカベンジするためには、SiH4の対C4F8流量比として0.005~0.1の範囲であれば同様の効果がある。ここで、その他のエッチング条件(全ガス圧、基板温度)についても上記した数値に限定されることはなく、エッチング装置及び試料に応じて調整し、最適化を図ることは可能である。

【0012】また、本一実施例ではC4F8及びSiH4によりBPSG膜103の全膜厚をエッチングしているが、窒化ケイ素膜102に対する高い選択比が要求されるのは、少なくとも窒化ケイ素膜102近傍のBPSG膜103をエッチングするとき及び引き続きオーバーエッチングのときである。

【0013】従って、BPSG膜103の最初のエッチングはSiH4無添加のC4F8系ガスでエッチングを行い、窒化ケイ素膜102近傍のBPSG膜103をエッチングする工程及びオーバーエッチング工程のみSiH4を添加することでも上述した効果は得られる。

【0014】また、本一実施例では、C4F8及びSiH4を用いてエッチングしているが、He, Ne, Ar, Kr, 及びXeガス等の希ガスを併せて添加しても同様の効果がある。

【0015】また、本一実施例では、C4F8及びSiH4を用いてエッチングしているが、フルオロカーボン

系ガスとして、CF4, C2F6, C3F8, C4F8の一つ以上を含め、水素化ケイ素ガスとしてSiH4, Si2H6の少なくとも一つ以上を含めたガス系を用いても同様の効果がある。

【0016】本一実施例では、BPSG膜103をエッチングしているが、他の酸化ケイ素膜がPSG, SiO2膜或いは該積層膜であっても同様の効果がある。また、窒化ケイ素膜102についてもSi3N4膜の他にH或いはOを僅かに含有するSiN膜であっても同様の効果がある。

【0017】また、本一実施例では有磁場マイクロ波エッチング装置を用いているが、他のプラズマエッチング装置、例えばICP(Inductively Coupled Plasma)エッチング装置或いは平行平板電極を用いた高周波エッチング装置であっても同様の効果が得られる。

【0018】【実施例2】本発明の他の一実施例を図2の工程図を用いて説明する。

【0019】図2において、半導体基板200上のゲート201の上面及び側面を窒化ケイ素膜202で選択的に被覆し、前記半導体基板200の全面に成膜したBPSG膜203上によりレジストマスク204を形成した試料(図2(a))をエッチング装置に投入した。エッチング装置はロードロック式有磁場マイクロ波エッチング装置を用いた。

【0020】次に、C4F8及びSiH4ガス系のプラズマエッチング技術によりレジストマスク204の開孔部から露出したBPSG膜203をエッチング除去して窒化ケイ素膜202表面及び半導体基板200上にまで至るコンタクト孔205を形成した(図2(b))。主なエッチング条件は、ガス流量C4F8:100sccm, SiH4:2sccm, 全ガス圧3Pa, 基板温度-10℃である。

【0021】本一実施例ではC4F8とSiH4を用いることにより、窒化ケイ素膜102のエッチング速度がBPSG膜203のエッチングに比べて1/10~1/50と小さくできる。その結果、窒化ケイ素膜202の膜厚が薄くても良好なエッチング・ストッパー層となる。

【0022】本一実施例では、SiH4のC4F8に対するガス流量比が0.02となるように添加しているが、C4F8から解離する過剰なFをスカベンジするためには、SiH4の対C4F8流量比として、0.005~0.1の範囲であれば同様の効果がある。

【0023】ここで、その他のエッチング条件(全ガス圧、基板温度)についても上記した数値に限定されることはなく、エッチング装置及び試料に応じて調整し、最適化を図ることは可能である。

【0024】また、上記一実施例ではC4F8及びSiH4によりBPSG膜203の全膜厚をエッチングしているが、窒化ケイ素膜202に対する高い選択比が要求されるのは、少なくとも窒化ケイ素膜202及び半導体

基板200近傍のBPSG膜203をエッチングするとき及び引き続くオーバー・エッチングのときである。

【0025】従って、BPSG膜203の最初のエッチングはSiH<sub>4</sub>無添加のC<sub>4</sub>F<sub>8</sub>系ガスでエッチングを行い、窒化ケイ素膜202及び半導体基板200近傍のBPSG膜203をエッチングする工程及びオーバー・エッチング工程のみSiH<sub>4</sub>を添加することでも上述した効果は得られる。

【0026】また、本一実施例では、C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>及びSiH<sub>4</sub>を用いてエッチングしているが、He、Ne、Ar、Kr、及びXeガス等の希ガスを併せて添加しても同様の効果がある。

【0027】また、本一実施例では、C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>及びSiH<sub>4</sub>を用いてエッチングしているが、フルオロカーボン系ガスとして、CF<sub>4</sub>、C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>、C<sub>3</sub>F<sub>8</sub>、C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>の一つ以上を含め、水素化ケイ素ガスとしてSiH<sub>4</sub>、Si<sub>2</sub>H<sub>6</sub>の少なくとも一つ以上を含めたガス系を用いても同様の効果がある。

【0028】本一実施例では、BPSG膜203をエッチングしているが、他の酸化ケイ素膜がPSG、SiO<sub>2</sub>膜或いは該積層膜であっても同様の効果がある。また、窒化ケイ素膜102についてもSi<sub>3</sub>N<sub>4</sub>膜の他に、H或いはOを僅かに含有するSi<sub>3</sub>N膜であっても同様の効果がある。

【0029】また、本一実施例では有磁場マイクロ波エ

ッチング装置を用いているが、他のプラズマエッチング装置、例えばICP(Inductively Coupled Plasma)エッチング装置或いは平行平板電極を用いた高周波エッチング装置であっても同様の効果が得られる。

【0030】

【発明の効果】本発明を用いると、BPSG膜等の酸化ケイ素膜をエッチングするときに、COガスのように毒性の高いプロセスガスをを用いることなく、下地にある窒化ケイ素膜に対して高い選択比を確保できる。

【0031】従って、窒化ケイ素膜をBPSG膜エッチング時のエッチング・ストッパー層として活かすことが可能であり、自己整合的なコンタクト孔の形成プロセス等に適用できる。その結果、量産工場において半導体素子の高集積化、高性能化を進めることが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例の工程図である。

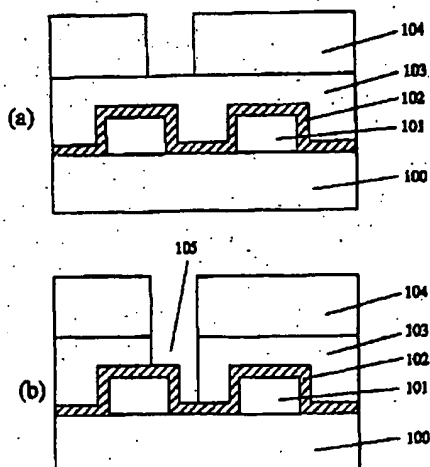
【図2】本発明の他の実施例の工程図である。

【符号の説明】

100…半導体基板、101…ゲート、102…窒化ケイ素膜、103…BPSG膜、104…レジストマスク、105…コンタクト孔、200…半導体基板、201…ゲート、202…窒化ケイ素膜、203…BPSG膜、204…レジストマスク、205…コンタクト孔。

【図1】

図1



【図2】

図2

